

تأثير النمو الحضري على تغيرات الجزر الحرارية لمدينة الخبر، شرقي المملكة العربية السعودية من عام ٢٠٠٢م إلى ٢٠٢٢م باستخدام مرئيات الاستشعار عن بعد

سلافة حاج الصافي

رزان عبد العزيز المعقل

أستاذ مشارك

طالبة ماجستير

قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

shagelsafi@ksu.edu.sa

Razan.almuqal@gmail.com

قدم للنشر في ١٩ / ١ / ١٤٤٦ هـ؛ وقبل للنشر في ٣ / ٦ / ١٤٤٦ هـ

ملخص البحث. يركز البحث على معرفة العلاقة بين النمو الحضري وتأثيره على درجة حرارة السطح الأرضي، حيث إن النمو العمراني السريع يترتب عليه ظهور تحديات عدة؛ لذا تهدف الدراسة إلى استخلاص مساحة النمو العمراني، ودرجة حرارة السطح للعام ٢٠٠٢م - ٢٠١٣م و ٢٠٢٢م في مدينة الخبر، ومن ثم رصد العلاقة بينهما، واتبعت الدراسة منهج التحليل المكاني والكمي، بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي Landsat 5 و 8 والقمر الصناعي Sentinel-2. وقد تم تطبيق مؤشر تباين المناطق المبنية NDBI، وتطبيق خطوات استخراج درجة حرارة سطح الأرض، ومن ثم استخدام معامل الارتباط بيرسون لإيجاد العلاقة بين مساحة التوسع العمراني بالكيلومتر مربع ومتوسطات درجة حرارة السطح. وتوصلت نتائج الدراسة بناء على تطبيق مؤشر NDBI وتصنيفه إلى أربع فئات، إلى أن مساحة المناطق المبنية للعام ٢٠٢٢م امتدت بشكل كبير إلى خارج مركز المدينة، حتى انحسرت الأراضي الخالية في الجزء الجنوبي الغربي للمدينة. تم استخراج متوسطات درجات الحرارة لأعوام الدراسة، وتبين أن العلاقة بين مساحة التوسع العمراني بالكيلومتر مربع ومتوسط درجة الحرارة هي علاقة عكسية قوية بلغت ٩٧٧,٠ - وهي قيمة ذات دلالة إحصائية ٠,٠١، ويستدل من ذلك على أن التوسع العمراني في بعض المناطق يكون له أثر إيجابي، حيث إنه كلما زادت مساحة المناطق العمراني قلّت درجة الحرارة.

الكلمات المفتاحية: النمو العمراني، درجة حرارة سطح الأرض، مؤشر الاختلاف الحضري، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، معامل الارتباط، مدينة الخبر.

١ . المقدمة

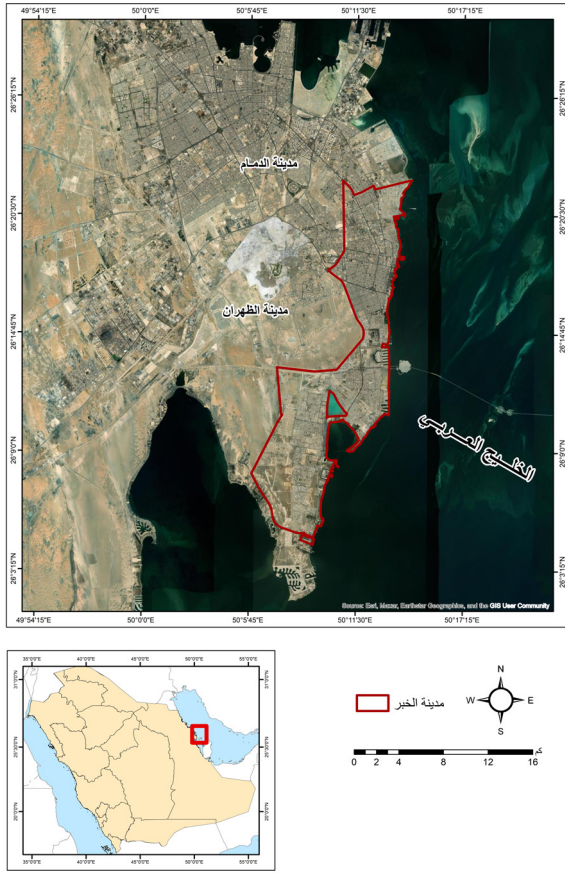
وتم اختيار مدينة الخبر لكونها إحدى المدن المهمة في المنطقة الشرقية والتي تشهد تطوراً عمرانياً في مساحة كتلتها العمرانية، وتهدف هذه الدراسة إلى رصد العلاقة بين درجة حرارة السطح الأرضي للمنطقة والنمو الحضري فيها، وذلك لكون جانب المناخ من الجوانب الرئيسة التي تحدد من إقامة بعض الأنشطة المخطط لها مستقبلاً في جميع المناطق، بالإضافة إلى كونه يؤثر على رفاهية ونوعية حياة السكان وصحتهم.

٢ . أهمية الدراسة

تشهد مدينة الخبر توسعاً حضرياً سريعاً، وتنوعاً في أنشطتها الاقتصادية لكونها تقع في موقع استراتيجي على الساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى ذلك تحتضن المدينة مشاريع تطويرية كبيرة ومساحات خضراء جعلها وجهة رئيسة للسكان والسياح، وفي ظل هذا التوسع الحضري والتطور، والذي يشير بعض الدراسات السابقة إلى تأثيره على ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة الجزر الحرارية الحضرية. لذا تكمن أهمية البحث في تحديد التغيرات الحرارية المرتبطة بالتوسع العمراني، ومدى تأثير هذا التوسع على البيئة الحرارية للمدينة، ومن ثم ستساهم هذه الدراسة في توجيه صانعي القرار لاتخاذ إجراءات في تخطيط المدن، ووضع استراتيجيات لتحسين جودة الحياة توافقاً مع رؤية السعودية ٢٠٣٠.

شهدت المملكة العربية السعودية خلال العقود الأخيرة نمواً حضرياً كبيراً صاحبه تحديات عدة، منها: حدوث تغير في الظروف الحرارية، وهي ما يطلق عليها بظاهرة الجزر الحرارية والتي تعرف بأنها العلاقة بين درجات حرارة سطح الأرض والعمران، لذا فإن درجة حرارة سطح الأرض تتغير وفقاً لتغيير نمط الغطاء الأرضي للمنطقة الحضرية (عبد الملك، ٢٠٢٢م). إن نشأة الجزر الحرارية ترجع لعملية كل من الردم والاستخدام المكثف للأراضي وارتفاع الكثافة البنائية واستبدال الأسطح الطبيعية إلى أسطح تتكون من الإسفلت الذي له القدرة على امتصاص الحرارة وإطلاقها ومن ثم تعزز من ارتفاع درجة الحرارة في المناطق الحضرية كما ذكر (Igun & Williams, 2018).

وفي الوقت الحالي تسهل تقنية الاستشعار عن بعد عملية دراسة كل من درجة حرارة السطح وتغيير المساحة العمرانية، ولا سيما قلة التكلفة في استخدام هذه التقنية والتغطية المكانية الكبيرة، والقدرة على معالجة البيانات الفعالة وذلك من خلال الاعتماد على عمليات عدة (Rahman, 2016)، منها: مؤشر Normalized Differences Built up Index (NDBI) بالإضافة إلى إمكانية اشتقاق درجات الحرارة من مرئيات الفضائية، ومن ضمنها مرئيات Landsat والتي سيتم استخدامها في هذه الدراسة (العاجزة، ٢٠١٨م).



الشكل رقم (١). منطقة الدراسة.

المصدر: خريطة المملكة العربية السعودية من الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية عام ١٤٤٠هـ، خريطة مدينة الخبر من وزارة البلديات والإسكان لعام ١٤٣٧هـ.

- ما حجم التوسع العمراني في مدينة الخبر خلال فترة العام ٢٠٠٢م، ٢٠١٣م، ٢٠٢٢م؟
- ما مقدار اختلاف درجة حرارة سطح الأرض؟ وما العلاقة بين متوسطات درجة حرارة السطح والنمو العمراني خلال سنوات الدراسة؟

٣. منطقة الدراسة

تقع مدينة الخبر على الساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض ١٦° و ٢٦° وخطي طول ١٠° ٥٠' و ١٥° ٥٠'، تحدها من الشمال مدينة الدمام، ومن الشرق الخليج العربي ومملكة البحرين الشقيقة، ومن الجنوب جزء من بحر الخليج العربي، ومن الغرب مدينة الظهران، موضحة في الشكل (١)، وتتميز المدينة في أنها تمثل مركزاً تجارياً في المنطقة الشرقية، كما تحتل المرتبة الثانية بين مدن الشرق الأوسط وأفريقيا في جذب الاستثمارات الأجنبية المباشرة، وهو ما يجعلها وجهة رئيسة للسياحة والتنمية على صعيد رؤية السعودية ٢٠٣٠م (السعود، ٢٠٢٣م).

٤. مشكلة الدراسة

تشهد مدينة الخبر كغيرها من مدن المملكة العربية السعودية نمواً في كتلتها العمرانية، وتسعى هذه الدراسة إلى معرفة العلاقة بين التوسع العمراني ودرجة حرارة السطح الأرضي، حيث أثبتت دراسات حديثة (Igun & Williams, 2018; Alshwabkh, et al, 202) أن النمو العمراني يترتب عليه ظهور عدة مشكلات منها: ارتفاع في درجة حرارة السطح، ومن هنا ظهرت مشكلة البحث والذي يمكن صياغته من خلال التساؤلات التالية:

٥. أهداف الدراسة

قامت (العاجزة، ٢٠١٨م) بدراسة أثير التوسع العمراني على متوسطات درجة الحرارة في شمال الرياض باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، وهدفت الدراسة إلى مراقبة التوسع العمراني لشمال الرياض خلال الأعوام ١٩٨٥، ٢٠٠٠، ٢٠١٦، ومن ثم رصد متوسطات درجات حرارة الهواء وتطبيق معامل الارتباط بيرسون لمعرفة علاقة كل منهما بالآخر، وخلصت الدراسة إلى وجود علاقة طردية متوسطة بقيمة ٠,٦٨، بين النمو العمراني وارتفاع درجة حرارة سطح الأرض.

تناولت دراسة (فراج وآخرون، ٢٠١٨م) تأثير تغير الغطاء الأرضي والنمو الحضري على الجزيرة الحرارية في مدينة عمان: دراسة تطبيقية باستخدام التقنيات الفضائية والمعلومات الجيومكانية، وهدفت الدراسة إلى معرفة العلاقة بين درجات حرارة سطح الأرض مع كل من مؤشر تباين الغطاء النباتي NDVI، ومؤشر تباين المناطق المبنية NDBI، وتم تحليل التوزيع المكاني للجزر الحرارية والهواء لسطح الأرض في مدينة عمان الكبرى، وتوصلت الدراسة إلى أن مساحة الجزر الحرارية الشديدة تقع في المناطق الصناعية والأراضي الجرداء، وفي منطقة المطار، وفوق مزارع البيوت البلاستيكية، وأن تركزها في الهواء أكبر من تكونها على سطح الأرض.

قدمت (آل سالم، ٢٠٢١م) دراسة بعنوان مراقبة تغير الجزر الحرارية بمدينة ينبع غرب المملكة العربية السعودية، وهدفت الدراسة إلى

تهدف هذه الدراسة إلى رصد وإظهار العلاقة بين النمو العمراني وتأثيره في الظروف الحرارية في مدينة الخبر، والذي يندرج منه تحقيق كل من الأهداف التالية:

- استخلاص المساحة العمرانية في مدينة الخبر خلال فترة العام ٢٠٠٢-٢٠١٣م-٢٠٢٢.
- رصد درجة حرارة السطح خلال تلك الأعوام ودراسة العلاقة بين متوسطات درجة حرارة السطح الأرض والنمو العمراني في مدينة الخبر.

٦. الدراسات السابقة

تنوعت الدراسات التي تتناول موضوع النمو العمراني وأثره على درجات الحرارة، وفيما يلي عرض لأهم الدراسات التي تتشارك في طبيعة البيانات المستخدمة والمنهجية المعتمدة وبعض الأهداف.

تناولت دراسة (حبيب، ٢٠٠٧م) الجزيرة الحرارية لمدينة الدمام باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وهدفت إلى دراسة التغيرات في درجة الحرارة وتأثيرها على المدينة، وخلصت إلى أن المدن في المناطق الصحراوية لها تأثير إيجابي على درجات الحرارة، بخلاف المدن التي لها درجة حرارة معتدلة حيث إن كثافة العمران ترفع من درجة الحرارة.

السماوات له تأثير أكبر على ارتفاع قيم LST، وأسفرت الدراسة عن ترتيب السماوات من حيث الأقوى تأثيراً على درجة حرارة السطح، حيث تأتي الكثافة السكانية في المرتبة الأولى، تليها المناطق المبنية، وأقلها تأثيراً الغطاء النباتي.

تناولت دراسة (Aslan & Koc-san, 2023) آثار تغيرات الغطاء الأرضي على درجات حرارة سطح الأرض، وتم اختيار منطقة كوملوكا في إيطاليا أنموذجاً للدراسة، وهدفت الدراسة إلى اكتشاف العلاقة بين الغطاء الأرضي ودرجة حرارة السطح باستخدام السلاسل الزمنية Land-sat وتحليل العلاقة بينهما، واعتمدت الدراسة على مؤشر النبات NDVI، ومؤشر المياه MNDWI، ومؤشر المباني IBI، ومؤشر التربة العارية MBI، ومؤشر PMLI للغطاء الأرضي المغطى بالبلاستيك، ومؤشر الدفيئة البلاستيكية PGI، وكذلك مؤشر الاحتراق الطبيعي الحراري NBRT، وخلصت الدراسة إلى نتائج عدة، منها: ارتفاع قيم درجات الحرارة لجميع فئات الغطاء الأرضي، وتتركز أعلى قيمة في المناطق المحروقة والعارية والحضرية والدفيئة البلاستيكية.

٧. منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على منهج التحليل المكاني، القائم على تحليل مرئيات الاستشعار عن بعد بهدف الحصول على البيانات، وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية لحساب المساحات العمرانية واشتقاق درجة حرارة السطح في مدينة الخبر،

معرفة التباين المكاني في توزيع درجات الحرارة المستخلصة من المرئيات الفضائية Landsat، للأعوام ٢٠٠١، ٢٠١٠، ٢٠١٩، وتم تحويل طبقات الخريطة المنتجة من قيم LST إلى خطوط كتورية لتحديد مواقع الجزر الحرارية، وأظهرت الدراسة أن الجزر الحرارية الشديدة تتركز في منطقتين، إحداهما تبعد عن شمال المدينة بمسافة ١٠ كم، والأخرى تقع أقصى جنوب المدينة، وتعد الجزر في المناطق التي تقل فيها درجة الحرارة.

تناولت دراسة (Igun & William, 2018) تأثير تغير الغطاء الأرضي الحضري على درجة حرارة سطح الأرض، وتم استخدام بيانات Landsat المستشعرة لتحديد الكمي المكاني للنمو الحضري وتأثيره على درجات حرارة السطح، تم تطبيق هذه الدراسة على منطقة لاغوس في نيجيريا، وتوصلت إلى نتائج عدة، منها: أن التغيرات في الغطاء الأرضي أدت إلى ارتفاع درجة حرارة السطح بين عامي ٢٠٠٧ و ٢٠١٣ في المناطق عالية الكثافة بنسبة ٣٥، ٣٪ وذات الكثافة المتوسطة بنسبة ٨٧، ٢٧٪.

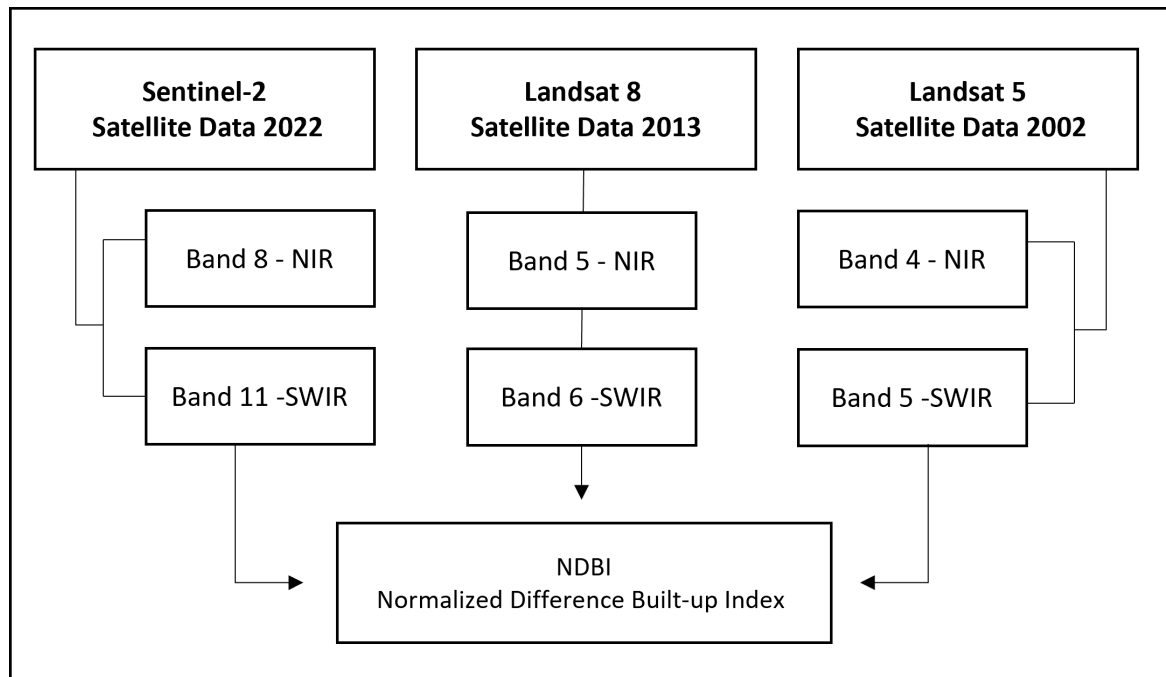
تناولت دراسة (Alshwabkh, et al, 2023) نمذجة تأثير سماوات الغطاء الأرضي الحضري والتغيرات على درجات حرارة سطح الأرض، وتم تطبيق هذه الدراسة على مدينتي عمان والزرقاء في الأردن، وركزت الدراسة على استكشاف تأثير سماوات المناظر الطبيعية، وأنماط الغطاء الأرضي على درجة حرارة السطح، وتحديد أي من هذه

بارتفاع درجات حرارة سطح الأرض عن طريق تطبيق معامل الارتباط بيرسون في برنامج SPSS لإيجاد العلاقة بين متغيرات الدراسة. والشكل (٢) يبين منهجية استخراج مؤشر NDBI، ويبين الشكل (٣) المنهجية التي اتبعتها الدراسة لاستخراج درجة حرارة السطح.

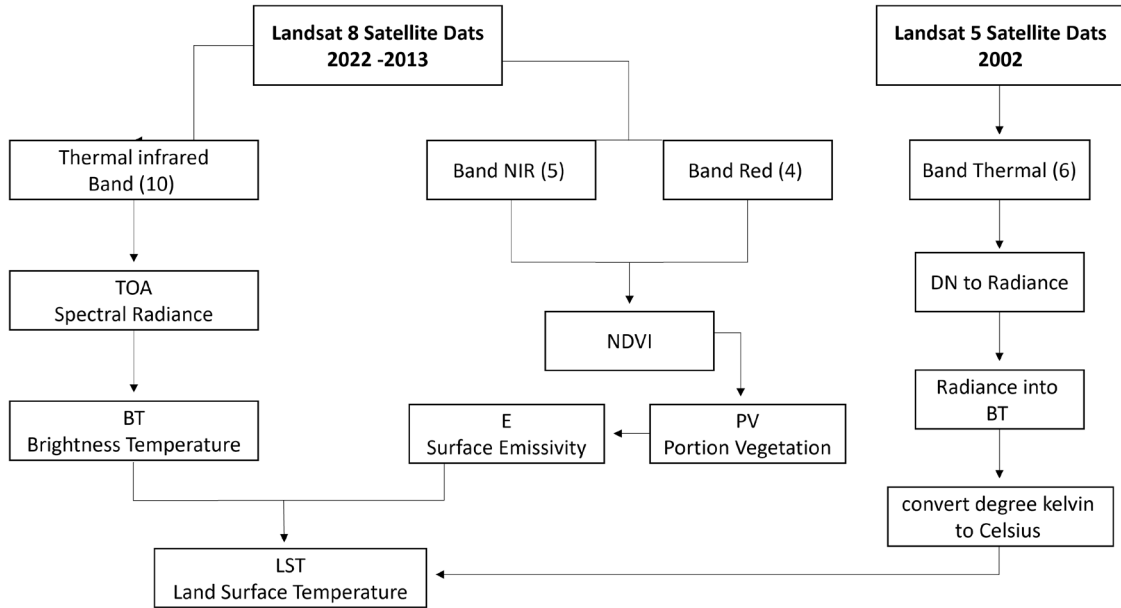
٨. مصادر البيانات

استخدمت الدراسة مرئيات من موقع مركز كوبرنيكوس الأوروبي من القمر الصناعي Sentinel-2، بدقة مكانية تصل إلى ١٠ أمتار لنطاق NIR، ودقة ٢٠ متراً لنطاق SWIR، للعام ٢٠٢٢م، ومرئيات من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS من الأقمار الصناعية Landsat 8-5، بدقة ٣٠ متراً لنطاقات الأشعة NIR و SWIR للعام

باستخدام برنامج ArcGIS، حيث تم الاعتماد على مرئية القمر الصناعي Landsat 5 للعام ٢٠٠٢م، ومرئية Landsat 8 للعام ٢٠١٣م، ومرئية للقمر الصناعي Sentinel-2 للعام ٢٠٢٢م، وتم استخدام نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR، والأشعة تحت الحمراء القصيرة SWIR، لتحليل NDBI. واستمدت المرئيات الفضائية التي تم الاستناد إليها في تحليل Land Surface Temperature (LST) من مرئية القمر الصناعي Landsat 5 للعام ٢٠٠٢م باستخدام Thermal band الذي يستخدم لقياس كميات الطاقة الحرارية، ومرئية Landsat-8 للعام ٢٠١٣م و٢٠٢٢م باستخدام نطاقات: الأشعة الحمراء Red، و NIR، و Thermal band. وتم استخدام التحليل الكمي، لتوضيح اختلاف مساحات النمو العمراني خلال سنوات الدراسة وعلاقتها



الشكل رقم (٢). منهجية استخراج مؤشر NDBI. المصدر: (الشمري، وحاج الصافي، ٢٠٢٣م).



الشكل رقم (٣). منهجية استخراج درجات حرارة سطح الأرض. المصدر: (Salman, et al, 2021)

لاستخراج درجة حرارة السطح. والشكل (٤) - (أ) يوضح وقوع مدينة الخبر في المرئية Landsat و(ب) مرئية Sentinel-2، وتم دمج مرئيات Sentinel-2 التي تكونت من مقطعين باستخدام أداة Mosaic، وتم استخدام أداة Extract By Mask في عملية الاقتران لمرئيات الأقمار الصناعية لفترات الدراسة، وذلك للتركيز على حدود منطقة الدراسة فقط.

٢٠٠٢ و٢٠١٣م، وتم استخدام Thermal band نطاق من Landsat-5 بدقة ١٢٠ متر لعام ٢٠٠٢م، ونطاقات NIR وRed، بدقة مكانية ٣٠ متراً، و Thermal band بدقة ١٠٠ متر لعام ٢٠١٣ و٢٠٢٢م من القمر الصناعي Landsat-8، والجدول (١) يستعرض البيانات التي استخدمت لاستخراج المساحة العمرانية لمؤشر NDBI، والجدول (٢) يوضح بيانات المرئيات التي تم الاعتماد عليها

جدول رقم (١). بيانات المرئيات المستخدمة لمؤشر NDBI

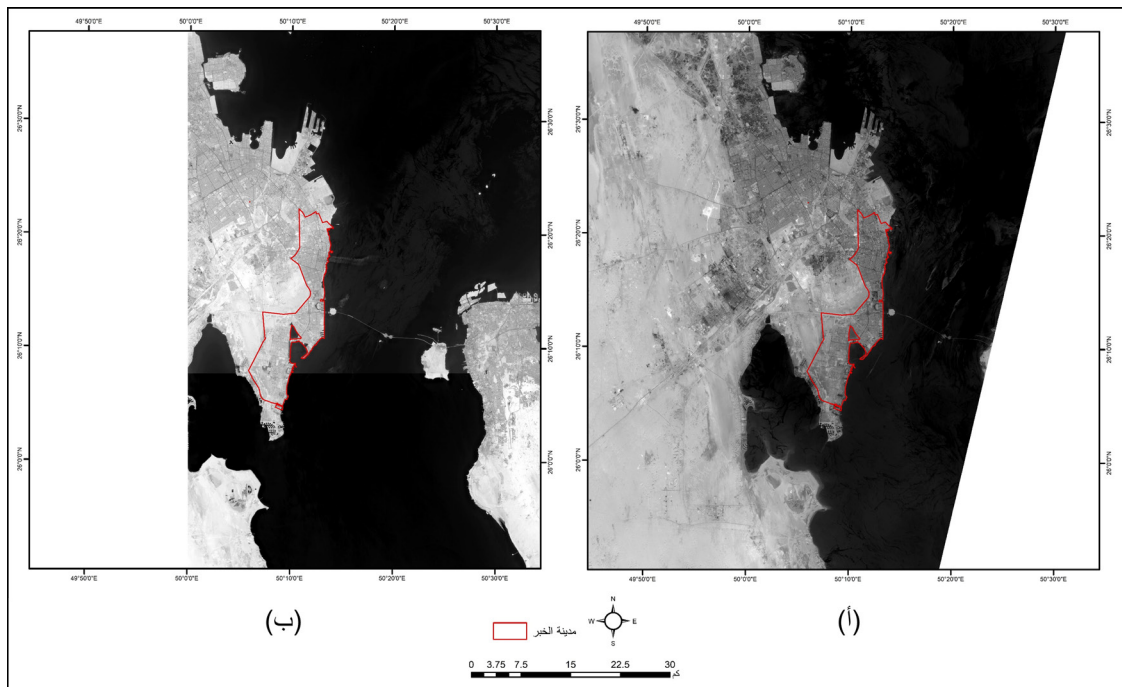
النطاقات المستخدمة	تاريخ المرئية		الدقة المكانية	المرئية	العدد
Band 8 - NIR Band 11 -SWIR	2022-7-23	2022-7-8	20 - 10 متراً	Sentinel-2	1
Band 5 - NIR Band 6 -SWIR	٢٠١٣-٧-٢٣م		30 متراً	Landsat 8	2
Band 4 - NIR Band 5 -SWIR	2002-7-16		30 متراً	Landsat 5	3

المصدر: الماسح الجيولوجي الأمريكي، ومركز كوبيرنيكوس الأوروبي للوصول المفتوح (Copernicus Browser).

جدول رقم (٢). بيانات المرئيات المستخدمة لاستخراج LST

العدد	المرئية	الدقة المكانية	تاريخ المرئية	النطاقات المستخدمة
1	Landsat 8	30 متراً	2022-7-16	Band 4 - Red Band 5 - NIR
2		100 متر	2013-7-23م	Band 10 - Thermal
3	Landsat 5	120 متر	2002-7-16م	Band 6 - Thermal

المصدر: الماسح الجيولوجي الأمريكي (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).



الشكل رقم (٤). تغطية المرئيات لمنطقة الدراسة. (أ): تغطية للقمر الصناعي Landsat، (ب): تغطية للقمر الصناعي Sentinel-2

٩. خطوات العمل

٩,١ حساب مؤشر دليل المناطق العمرانية
:NDBI

حسابية بين النطاق الطيفي للأشعة تحت الحمراء القريبة ونطاق الأشعة تحت الحمراء القصيرة كما في المعادلة التالية:

$$NDBI = (SWIR - NIR) / (SWIR + NIR) \quad (1)$$

تم الاعتماد على مؤشر NDBI الذي يستخدم لاستخلاص المناطق العمرانية (الشمري، وحاج الصافي، ٢٠٢٣م)، وذلك من خلال إجراء عملية

بالإضافة إلى الاعتماد على بيانات Google Earth للتحقق من الأعوام السابقة، ومن ثم تم استخراج مساحة الغطاءات المصنفة إلى أربع

حيث إن:

$$BT = \text{درجة حرارة السطوع.}$$

$$L \lambda = \text{الإشعاع الطيفي}$$

$$K1 - K2 = \text{قيمة ثابتة تتغير بتغير القمر}$$

الصناعي.

استخراج مؤشر الغطاء النباتي NDVI:

$$NDVI = (NIR-RED) / (NIR+RED) \quad (4)$$

حيث إن:

$$\text{Band 5} = \text{NIR}$$

$$\text{Band 4} = \text{RED}$$

● استخراج انبعاثية سطح الأرض:

$$PV = ((NDVI - NDVI \text{ min}) / (NDVI_{\text{max}} - NDVI - \text{min})) \quad (5)$$

حيث إن:

$$PV = \text{جزء من الغطاء النباتي.}$$

$$NDVI = \text{الغطاء النباتي.}$$

$$NDVI_{\text{MAX}} - NDVI_{\text{MIN}} = \text{أعلى وأقل قيمة}$$

لمؤشر الغطاء النباتي.

$$E = 0.004 * PV + 0.986 \quad (6)$$

حيث إن:

$$PV = \text{نسبة المناطق المزروعة.}$$

$$E = \text{انبعاثية سطح الأرض.}$$

$$0,986 = \text{قيمة ثابتة.}$$

فئات لأعوام الدراسة (٢٠٠٢، ٢٠١٣، ٢٠٢٢).

● استخراج قيم درجة حرارة السطح LST:

تعرف درجة حرارة السطح، بأنها درجة الحرارة التي يحس بها المرء عند ملامسة سطح الأرض، أو يمكن القول إنها درجة حرارة القشرة الخارجية من الأرض (مهران، ٢٠٢٢م) وتعتبر درجة الحرارة المتغير الرئيس لهذه الدراسة والتي يتم استخراجها عبر سلسلة من الخطوات التالية (Salman, et al, 2021):

أولاً: خطوات استخراج قيم LST من

مرئية Landsat-8:

١- تحويل قيم الصورة الرقمية إلى قيم

الإشعاع الطيفي:

$$L \lambda = ML * \text{Band 10} + AL - O_i \quad (2)$$

حيث إن:

$$L \lambda = \text{الإشعاع الطيفي.}$$

$$ML = \text{قيمة الإشعاع الطيفي المضاعف.}$$

$$AL = \text{قيمة الإشعاع الطيفي المضاف.}$$

$$O_i = 0.29$$

٢- تحويل قيم الإشعاع الطيفي إلى درجة

حرارة السطوع لتحويل درجة الكلفن إلى درجة مئوية:

$$\text{Kelvin (k) to Celsius degree Co } BT = K2 / \ln(k1 / L(\lambda)+1) - 273.15 \quad (3)$$

● استخراج درجات سطح الأرض LST:

حيث إن:

$$LST = BT / (1 + (\lambda * BT / C2) * \ln(E)) \quad (7)$$

$$= Tsen \text{ . درجة حرارة السطوع}$$

حيث إن:

$$L \lambda = \text{الإشعاع الطيفي}$$

$$BT = \text{درجة حرارة السطوع.}$$

$$K1 - K2 = \text{قيمة ثابتة تتغير بتغير القمر الصناعي.}$$

$$\lambda = \text{الطول الموجي للإشعاع المنبعث.}$$

$$-3 \text{ - تحويل درجة الكلفن إلى درجة مئوية:}$$

$$\text{Celsius} = \text{Kelvin degree} - 273.15 \quad (10)$$

$$C2 = \text{قيمة ثابتة } 14388.$$

$$E = \text{انبعاثية سطح الأرض.}$$

١٠ . النتائج والمناقشة:

ثانياً: خطوات استخراج قيم LST من

مرئية Landsat-5:

أولاً: تطبيق مؤشر تباين المناطق العمرانية
NDBI:

$$1 - \text{تحويل قيم الصورة الرقمية إلى قيم}$$

الإشعاع الطيفي:

$$L \lambda = ((L_{max} - L_{min}) / (QCAL_{max} - QCAL_{min})) * (QCAL - QCAL_{min}) + L_{min} \quad (8)$$

شهدت مدينة الخبر نمواً سكانياً سريعاً، وتمتدداً حضارياً واسعاً خلال فترات الدراسة، من العام ٢٠٠٢م إلى العام ٢٠٢٢م، ومن نتائج تحليل مؤشر تباين المناطق المبنية NDBI والتي صنفنا إلى أربع فئات كما هو واضح في الشكل (٥)، ويتبين لنا أن المناطق العمرانية أخذت بالامتداد لتغطي مساحات كبيرة من الأراضي الخالية كما يوضح في الجدول (٣).

حيث إن:

$$L \lambda = \text{الإشعاع الطيفي}$$

$$Qcal = \text{المرئية الحرارية}$$

$$Qcal_{min} = \text{الحد الأدنى لقيمة الخلية وهي}$$

١ أو صفر.

$$Qcal_{max} = \text{الحد الأقصى لقيمة الخلية وهي}$$

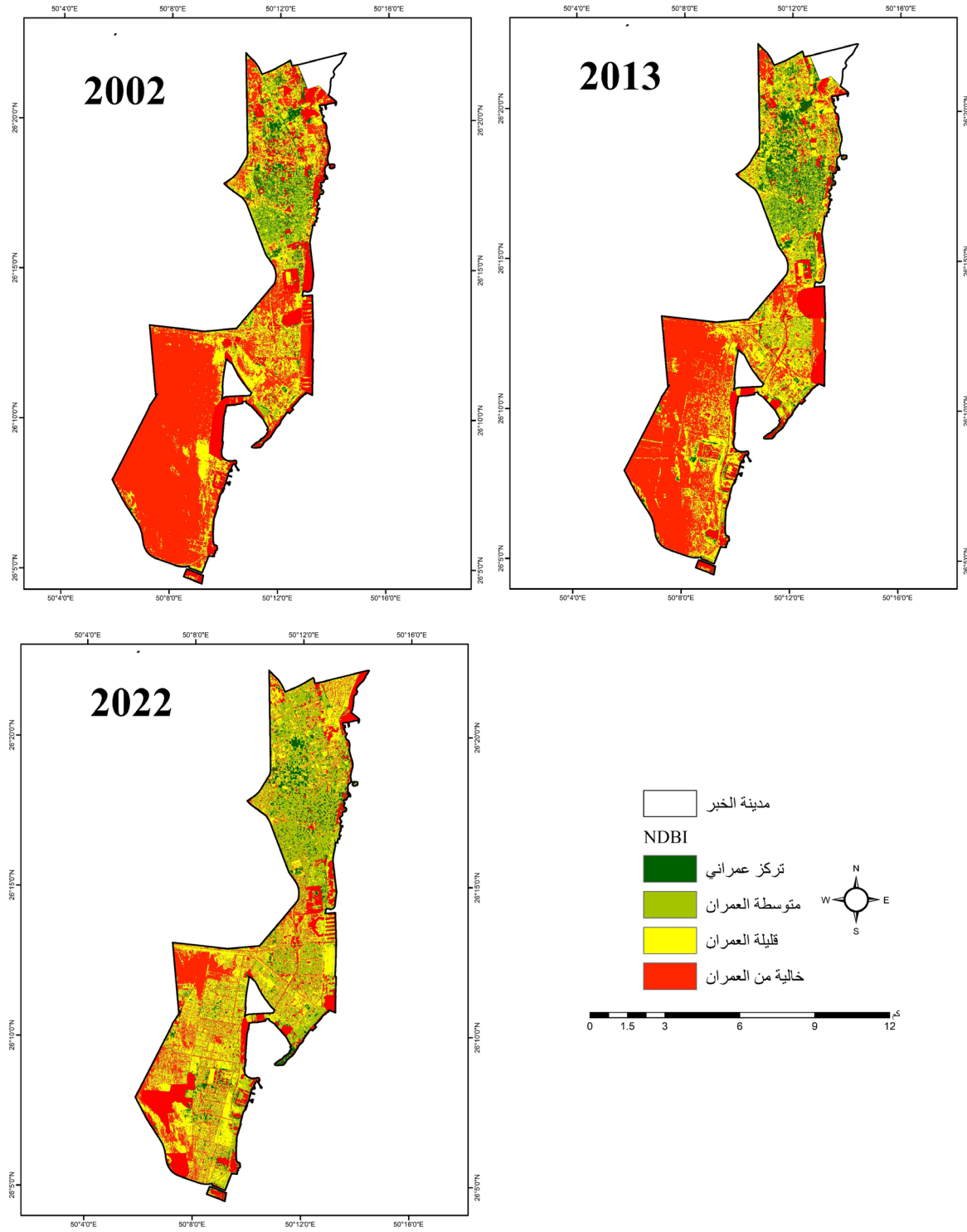
= ٢٥٥.

ومن خلال تحليل الجدول (٣) ظهر أن الفئة الأولى ذات التركيز العمراني والتي ترمز إلى وجود تجمع حضري هو الأكبر في المنطقة، شغلت في العام ٢٠٠٢م مساحة بلغت ٧,٥ كم^٢ وبنسبة ٥٠٪، وتظهر في وسط المدينة والأجزاء الشمالية بانتشار قليل، وبلغت مساحة هذه الفئة في العام ٢٠١٣م ٧,٠ كم^٢ وبنسبة ٤٠٪ حيث اتجهت بشكل ملحوظ إلى الشمال، وفي العام ٢٠٢٢م أخذت هذه

$$2 - \text{القيم الانبعاث الحرارية: تحويل}$$

درجات حرارة بالكلفن إلى درجة مئوية:

$$Tsen = K2 / \ln(K1 / L \lambda + 1) \quad (9)$$

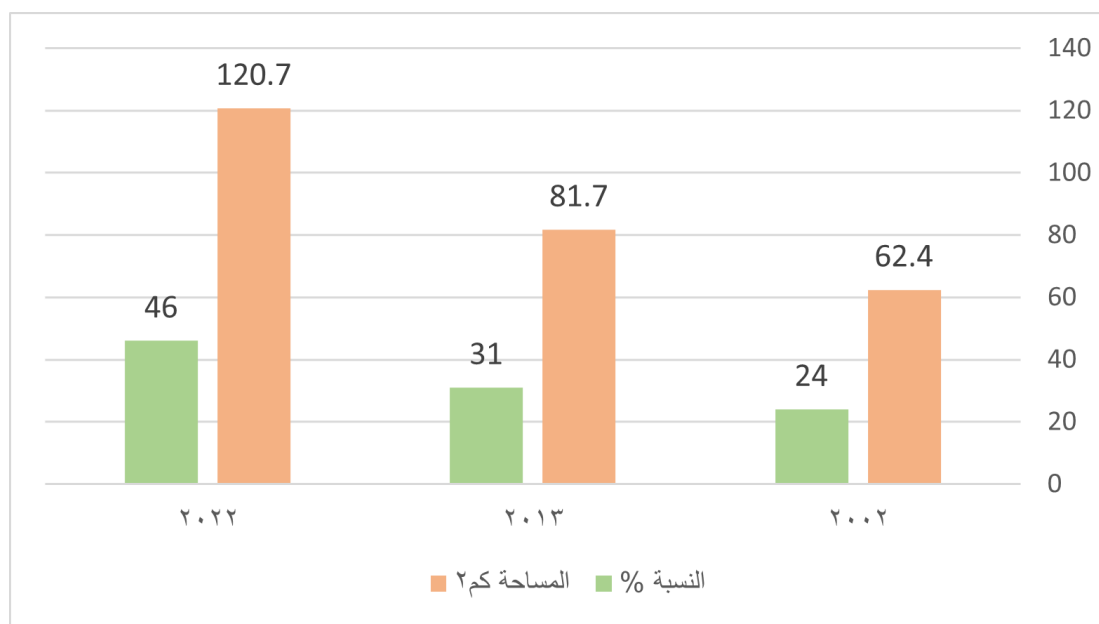


الشكل رقم (٥). مؤشر NDBI في المنطقة. المصدر: اعتماداً على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-8 والقمر الصناعي Sentinel-2

جدول رقم (٣). نسبة ومساحة مؤشر NDBI في المنطقة.

العدد	الفئات	٢٠٠٢		٢٠١٣		٢٠٢٢	
		المساحة كم ^٢	النسبة %	المساحة كم ^٢	النسبة %	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	تركز عمراني	٧,٥	٥	٧,٠	٤	١٠,٨	٦
٢	متوسطة العمران	٢٠,٦	١٢	٣٠,٢	١٨	٥٢,٦	٣١
٣	قليلة العمران	٣٤,٣	٢١	٤٤,٥	٢٧	٥٧,٣	٣٤
٤	خالية من العمران	١٠٣,٢	٦٢	٨٣,٩	٥١	٤٨,٤	٢٩
	إجمالي المساحة العمرانية	٦٢,٤ كم ^٢		٨١,٧ كم ^٢		١٢٠,٧ كم ^٢	
	إجمالي مساحة المدينة	١٦٥,٦	١٠٠	١٦٥,٧	١٠٠	١٦٩,٢	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على تصنيف فئات مؤشر NDBI، باستخدام برنامج ArcGIS, 10.5



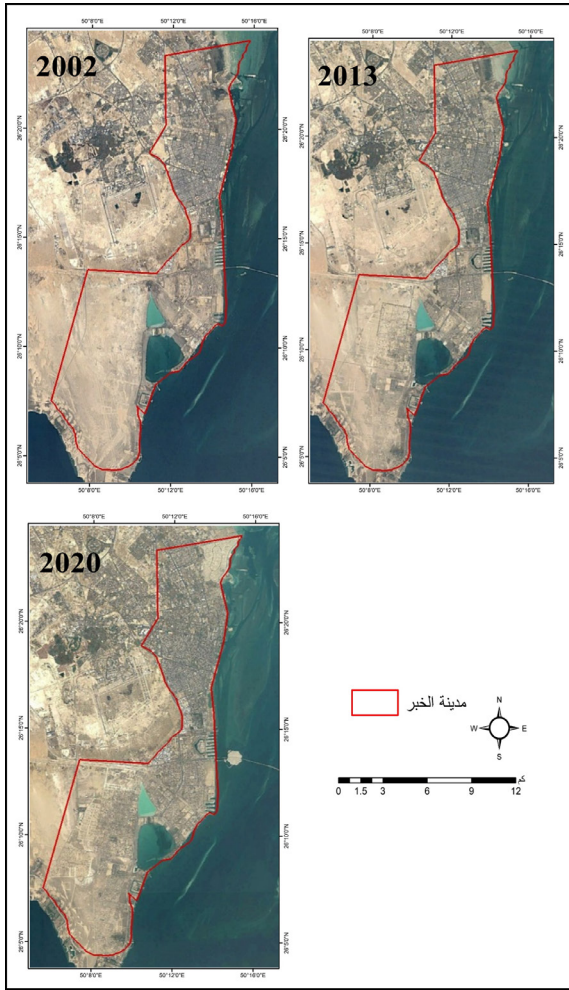
الشكل رقم (٦). مساحة ونسبة الأراضي العمرانية خلال أعوام الدراسة في مدينة الخبر.

المصدر: اعتماداً على بيانات تصنيف مؤشر NDBI واستخراج المساحة منها بعد تحويلها إلى طبقة خطية.

الفئة بالانتشار والتركز في وسط وشمال المدينة حيث بلغت مساحتها ١٠,٨ كم^٢ وبنسبة ٦٪، أما الفئة الثانية متوسطة العمران فتدل على وجود حضري متوسط، وتتميز هذه الفئة بكون مساحتها أكبر من الفئة الأولى، إذ بلغت أقل مساحتها لها في العام ٢٠٠٢م حيث تصل إلى ٢٠,٦ كم وبنسبة ١٢٪، وفي العام ٢٠١٣م تأخذ هذه الفئة بالتوسع والانتشار لتبلغ مساحتها ٣٠,٢

من جملة المساحة، ومن ثم تزيد المساحة لتصل إلى أعلى قيمة لها في العام ٢٠٢٢ حيث تبلغ المساحة الكلية للأراضي المبنية ١٢٠,٧ كم^٢ ونسبة ٤٦٪، ويوضح ذلك الشكل (٦).

ومن خلال المقارنة بين الأعوام نستنتج أن زيادة أعداد السكان وتنوع الخدمات وتوزعها على نطاق أحياء المدينة أدى إلى حدوث توسع عمراني كبير يمتد إلى خارج مركز المدينة بشكل



الشكل رقم (٧). توسع المساحة العمرانية في المنطقة. المصدر: اعتماداً على برنامج

كم^٢ ونسبة ١٨٪، ويعود السبب في ذلك إلى توفر العديد من الخدمات العامة في جميع أجزاء المدينة، وأعلى مساحة لها قد بلغت ٥٢,٦ كم^٢ ونسبة ٣١٪ في العام ٢٠٢٢م، وبلغ أقل مساحة للفئة الثالثة وهي فئة قليلة العمران وتمثل المناطق التي تأخذ صورة التحضر بشكل ضعيف جداً، حيث بلغت مساحتها في العام ٢٠٠٢م ٣,٣ كم^٢ ونسبة ٢١٪، وفي العام ٢٠١٣م تتسع هذه الفئة في الأجزاء الجنوبية حيث بلغت مساحتها ٥,٥ كم^٢ ونسبة ٢٧٪، وتصل أعلى مساحة لها في العام ٢٠٢٢م إذ بلغت ٥٧,٣ كم^٢ ونسبة تصل إلى ٣٤٪، ويتبين أيضاً من الجدول (٣) أن الفئة الرابعة الخالية من العمران والتي تتمثل في المناطق الرملية وفي المساحات الخضراء الخالية من المباني وفي المسطحات المائية داخل المدينة، قد بلغت أعلى مساحة ١٠٣,٢ كم^٢ ونسبة ٦٢٪ وذلك في العام ٢٠٠٢م، وفي العام ٢٠١٣م تقل بشكل ملحوظ لتصل مساحتها إلى ٩,٨٣ كم^٢ ونسبة ٥١٪، وأقل مساحة لها بلغت ٤,٤٨ كم^٢ ونسبة ٢٩٪ في العام ٢٠٢٢م إذ انحسرت في الجزء الجنوبي الغربي، ولتوضيح الفارق بين المناطق العمرانية والمناطق الخالية من العمران تم تحويل الفئات إلى فئتين. ويتبين أن هناك توسعاً في مساحة المناطق العمرانية بفارق كبير، حيث إن أقل مساحة لها بلغت ٤,٦٢ كم^٢ ونسبة ٢٤٪ من جملة المساحات المبنية لأعوام الدراسة في العام ٢٠٠٢م، وفي العام ٢٠١٣م تزيد مساحة المباني العمرانية لتبلغ ٧,٨١ كم^٢ ونسبة ٣١٪

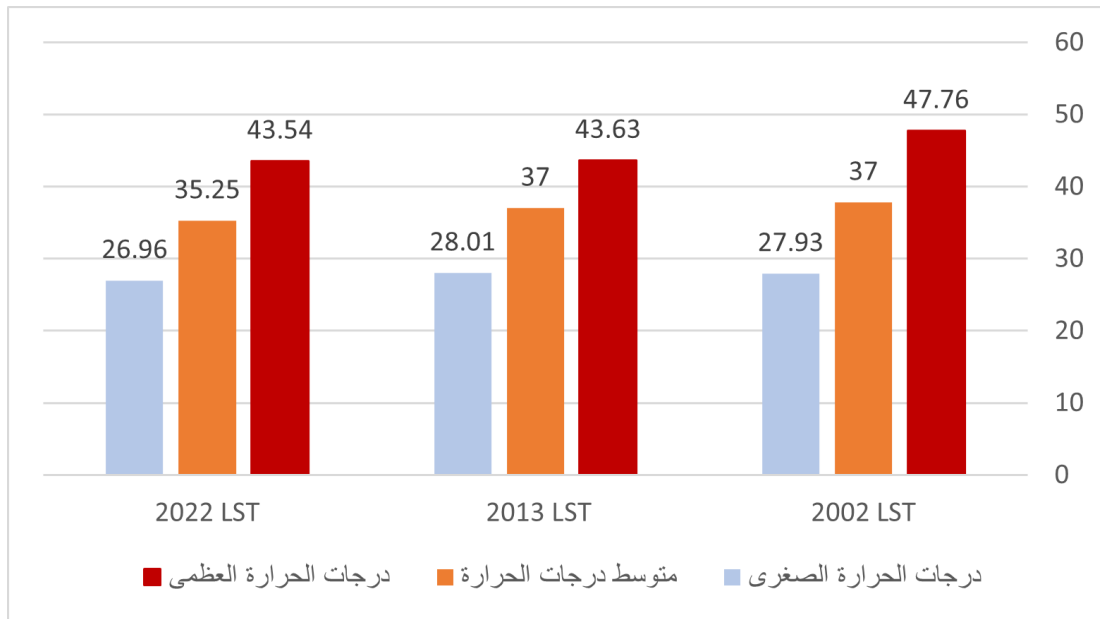
حرارة السطح وتوزيعها على نطاق المناطق المبنية والخالية في سنوات الدراسة، إذ تبلغ درجة الحرارة العظمى للعام ٢٠٠٢م ٤٧°، وتبلغ درجة الحرارة الصغرى لهذا العام ٢٧°، وبلغ متوسط درجة الحرارة ٣٧°، يلاحظ في هذا العام أن المناطق التي تحمل درجات حرارة عالية تغطي جزءاً كبيراً من المدينة وهذا يعكس قلة المساحات التي تساهم في تبريد الجو. وفي العام ٢٠١٣م يظهر انخفاض في درجة الحرارة العظمى حوالي ٤٣°، مقارنة بالعام ٢٠٠٢، وبلغت درجة حرارة السطح الصغرى في هذا العام حوالي ٢٨°، ويتبين أن متوسط درجة حرارة سطح الأرض لهذا العام يماثل العام السابق بدرجة حرارة بلغت ٣٧°، بالإضافة إلى التراجع الملحوظ للمناطق ذات درجات السطح العالية. ويتبين أن درجة حرارة السطح للعام

مشئت بدلاً من زيادة الضغط في وسط المدينة كما في السنوات السابقة.

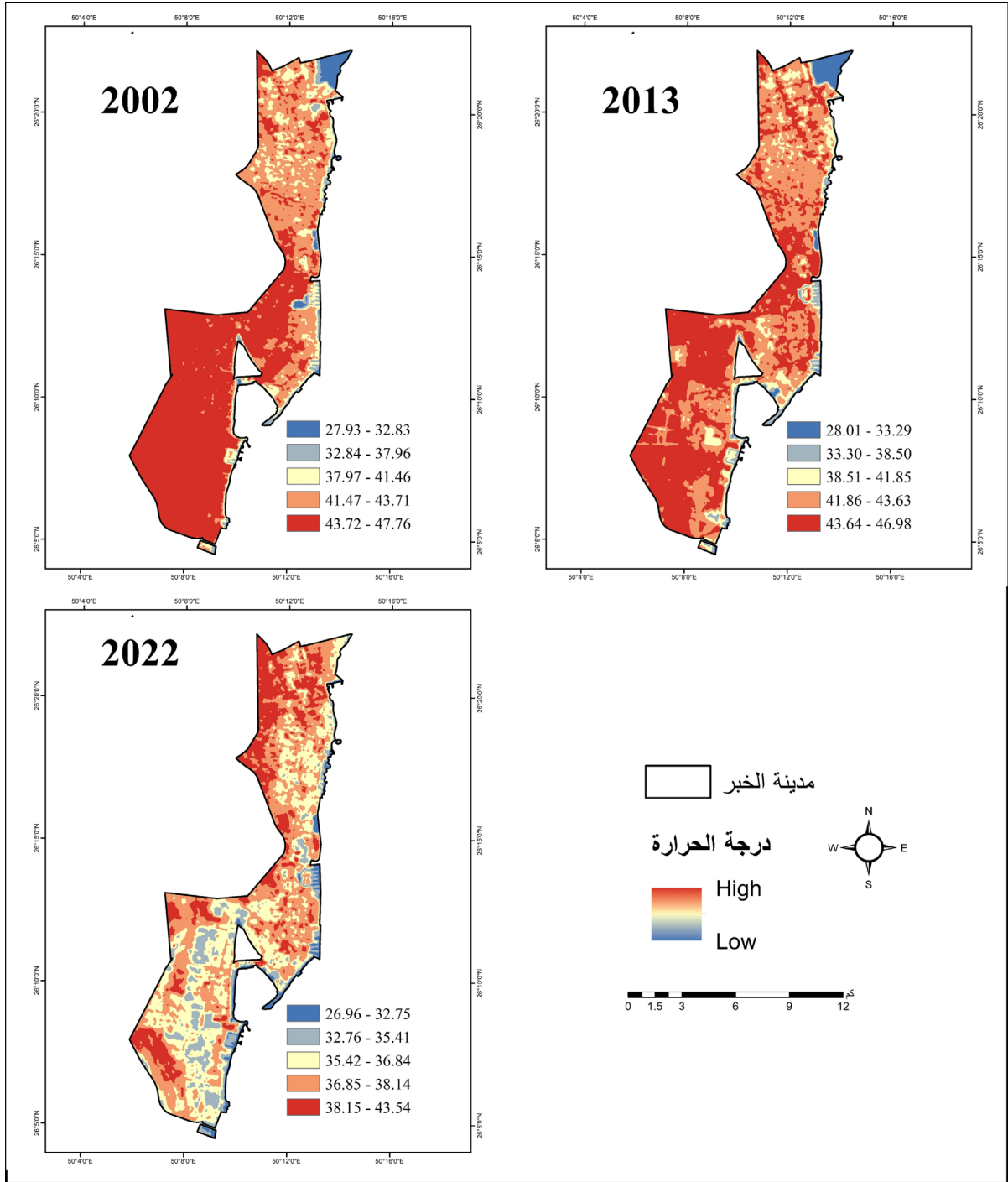
ويبين الشكل (٧)، التسلسل الزمني في توسع المساحات العمرانية في مدينة الخبر، والتي تم رصدها من خلال الصور التاريخية لبرنامج Google Earth، وتم استخدام صورة للمدينة ترجع للعام ٢٠٢٠م بدلاً من العام ٢٠٢٢م، لعدم توفرها بالبرنامج.

ثانياً: تطبيق عملية حساب درجة حرارة سطح الأرض:

تم استخدام مرئيات التقطت في فصل الصيف تحديداً في شهر يوليو عند الساعة ٧ صباحاً بدقائق مختلفة عن بعضها، ويوضح الشكل (٨) و(٩) نتائج حساب واشتقاق درجات



الشكل رقم (٨). درجات حرارة سطح الأرض في مدينة الخبر. المصدر: اعتماداً على درجات الحرارة لسطح الأرض المشتقة من القمر الصناعي Landsat-5, Landsat-8



الشكل رقم (٩). التباين الزمني والمكاني لدرجة حرارة سطح الأرض في المنطقة. المصدر: اعتماداً على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat-8, Landsat-5.

جدول رقم (٤). العلاقة بين متوسط درجة حرارة السطح والمساحة العمرانية.

الدلالة الإحصائية	معامل الارتباط	
٠,٠١	-٠,٩٧٧	متوسط درجة حرارة السطح
		المساحة العمرانية كم ^٢

المصدر: اعتماداً على مخرجات برنامج SPSS.

إليه (حبيب، ٢٠٠٧م) في دراسته لمدينة الدمام بأن المناطق العمرانية لها تأثير إيجابي على المناطق الصحراوية، وعلى الرغم من ذلك، أظهرت دراسات حديثة لمدينة صحراوية كمدينة الرياض في دراسة (العاجزة، ٢٠١٨م) أن العلاقة بين النمو العمراني ودرجة حرارة السطح هي علاقة طردية متوسطة، لذا قد يعود السبب في ذلك إلى موقع مدينة الخبر الساحلي وتأثير نسيم البحر في توزيع درجات الحرارة للمنطقة.

١١. الخلاصة والتوصيات:

نستعرض هنا النتائج التي توصلت إليها الدراسة، مع التركيز على مدى موافقة هذه النتائج مع أهداف البحث المذكورة مسبقاً.

حيث أثبتت نتائج تحليل مؤشر NDBI اتساع المساحة العمرانية بشكل كبير خلال سنوات الدراسة، إذ امتدت المساحة المبنية في العام ٢٠٢٢ إلى خارج مركز المدينة بدلاً من الضغط على وسط المدينة كما في السنوات السابقة لها، وانحسرت الأراضي الخالية في الأجزاء الجنوبية الغربية للمدينة.

٢٠٢٢م أخذت تتوزع بشكل أكثر تساوياً، فتصل درجة الحرارة العظمى في هذا العام ٤٢°، وبلغت درجة الحرارة الصغرى ٢٦°، في حين يبلغ متوسط درجات الحرارة لهذا العام ٣٥°، وهذا يشير إلى وجود تحسن في التخطيط الحضري للمنطقة.

ثالثاً: العلاقة بين متوسط درجة الحرارة والتوسع العمراني:

تم تطبيق عملية تحليل واستخراج العلاقة بين متوسط درجات حرارة السطح الأرضي والنمو العمراني في سنوات الدراسة، حيث تم إدخال مساحات النمو العمراني والمستخرجة من الشكل (٦)، على برنامج SPSS وأيضاً متوسطات درجات الحرارة خلال أعوام الدراسة التي تم استخراجها من الشكل (٨)، ومن ثم تم تطبيق معامل الارتباط بيرسون على المتغيرين، كما هو موضح في الجدول (٤).

أثبتت قيمة معامل الارتباط أن العلاقة بين مساحة النمو العمراني ومتوسط درجة الحرارة هي علاقة عكسية قوية بمقدار ٩٧٧,٠- وهي قيمة ذات دلالة إحصائية ٠,٠١، وهذا ما أشار

والمدن الداخلية في المملكة العربية السعودية.

- وضع اعتبارات للبيئة الصحراوية عند تخطيط المدن ومراعاة وجود حزم نباتية في الأراضي غير المستخدمة؛ لمنع وصول الأتربة إلى الوحدات السكنية حيث إنها تؤثر في رفع درجات الحرارة.

- تشجيع التوسع العمراني في المناطق الساحلية، مع التركيز على أهمية التشجير لكونه يلعب دوراً في تحسين جودة الهواء.

١٢. المراجع:

المراجع العربية:

الاحمدي، أمل، والنحاس، فاتن. «كشف التغير في الغطاء الأرضي في المدينة المنورة من عام ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٠»، المجلة العربية للدراسات الجغرافية، ٤، (٩). (٢٠٢١م).

الجشعمي، سامر. «التحليل المكاني للجزر الحرارية في مدينة النجف الاشرف باستخدام التقنيات الجغرافية»، مجلة البحوث الجغرافية، (٢٧). (٢٠١٨م).

الرحيلي، أمينة، وعبدالرحمن، منال. «دور الجزر الحرارية في الكشف عن الازدحام المروري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد: دراسة تطبيقية على مدينة مكة المكرمة»، المجلة المصرية للتغير

ومن خلال اشتقاق درجة حرارة السطح من المرئية تم التوصل إلى متوسطات درجة حرارة السطح الأرضي لكل عام من خلال استخدام تقنية الاستشعار عن بعد، حيث بلغ أعلى قيم متوسطات الحرارة في العامين ٢٠٠٢ و٢٠١٣م لتصل إلى ٣٧° وتقل في العام ٢٠٢٢م لتصل إلى ٣٥°.

وخلصت نتائج التحليل إلى أن العلاقة بين مساحات التوسع العمراني ومتوسطات درجات الحرارة هي علاقة عكسية قوية وليست طردية، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بيرسون ٩٧٧، ٠- وهي قيمة ذات دلالة إحصائية ٠، ٠.

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة (حبيب، ٢٠٠٧م) في الإشارة إلى أن التوسع العمراني له تأثير إيجابي، وهو ما يختلف عن الدراسات السابقة التي أثبتت عكس ذلك، ولهذا تشير هذه الدراسة إلى أن هذا التأثير ينطبق بخاصة على المدن الواقعة في السواحل، ولا يمكن تعميم هذا التأثير على جميع المدن الصحراوية.

وبناء على النتائج توصي هذه الدراسة بما

يلي:

- تتبع العلاقة بين درجة حرارة السطح في المناطق الصحراوية، عن طريق تطبيق العديد من المؤشرات والعمليات المختلفة.

- إجراء دراسات مشابهة والتي تكشف فروق التغيرات المناخية في المدن الساحلية

- البيئي، ١٥، (٢). (٢٠٢٣م).
- ال سالم، مبارك. «مراقبة تغير الجزر الحرارية بمدينة ينبع غرب المملكة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد دراسة في الجغرافيا المناخية»، المجلة الجغرافية العربية، ٥٢، (٧٨). (٢٠٢١م).
- السعود، عنبرة. «الاستثمار السياحي في المملكة العربية السعودية»، كلية بحوث الآداب، ٣٤، (٢). (٢٠٢٣م).
- الشمري، بدرية، وحاج الصافي، سلافه. «دراسة التغيرات المكانية الناتجة عن سد الملك فهد في محافظة بيشة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد»، مجلة العمارة والتخطيط، ٣٥، (٤). (٢٠٢٣م).
- العاجزة، شيخة. «أثر التوسع العمراني على متوسطات درجة الحرارة في شمال الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد»، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، ٢، (٩). (٢٠١٨م).
- العتيبي، زين. «دور مشاريع التشجير في الحد من ظاهرة الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة: دراسة تحليلية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية»، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، ٣، (٣٨). (٢٠١٥م).
- حبيب، بدرية. «الجزيرة الحرارية لمدينة الدمام دراسة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات»، المؤتمر القومي الثاني لنظم المعلومات الجغرافية، المملكة العربية السعودية، (٨٤). (٢٠٠٧م).
- رحيم، علي، و ابراهيم، ذكرى. «استعمالات الأرض الحضرية وأثرها في التباين المكاني والزمني للجزر الحرارية لمدينة الرميثة باستخدام التقنيات الجغرافية»، مجلة الدراسات المستدامة، ٣، (٤). (٢٠٢١م).
- سالم، طارق. «الجزر الحرارية في مدينة الزقازيق باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية»، المجلة الجغرافية العربية، (٦٧). (٢٠١٦م).
- شاهين، أحمد. «أثر التغيرات العمرانية في نشأة ظاهرة الجزر الحرارية في مدينة الزقازيق»، المجلة العلمية بكلية الآداب، (٣٥). (٢٠١٩م).
- عبد الملك، محمد. «تأثير النمو والنسيج العمرانيين في الظروف الحرارية للمدن الجديدة ذات الظهير الصحراوي: مدينة السادس من أكتوبر أنموذجا». سلسلة بحوث جغرافية، (١٤٣). (٢٠٢٠م).
- فراج، أكرم، والخصاونة، عوني، والشقور، سظام. «تأثير تغير الغطاء الارضي والنمو الحضري على الجزيرة الحرارية في مدينة

الرصد الجوي لعام ٢٠٠٢م، تاريخ الاستفادة: ٢٩ - ١٠ - ٢٠٢٤م.

Arabic References:

Al Kafy, A., Rahman, M., Al faisal, A., Hasan, M., Islam, M. «Modelling future land use land cover changes and their impacts on land surface temperatures in Rajshahi, Bangladesh», Remote Sensing Applications- Society and Environment, Vol 18. (2020).

Ahmed, B., Kamruzzaman, M., Zhu, X., Rahman, M., Choi, K. «Simulating Land Cover Changes and Their Impacts on Land Surface Temperature in Dhaka, Bangladesh», Remote Sensing, Vol 5, (11). (2013).

AlShawabkeh, R., Al Haddad M., & Al-Fugara, A., Al-Hawwari L., Al-Hawwari M., Omoush A., Arar M. «Modeling the impact of urban land cover features and changes on the land surface temperature (LST): The case of Jordan», Ain Shams Engineering Journal, Vol 15, (2). (2023).

Arekhi, M., ElAskary, H., & Lee, S., Heggy, E., Pradhan, B. «Investigating Land Surface Temperature (LST) Change Using the LST Change Detection Technique (Gomishan District, Iran)», Advances in Science Technology & Innovation, (2018).

Aslan, N., Koc-San, D. «The Effect of Land Cover Changes on Land Surface Temperatures. The International Archives of the Photogrammetry», Remote Sensing and Spatial Information Sciences, (2023).

Assiri, M. «Assessing MODIS land Surface Temperature (LST) over Jeddah», Polish Journal of Environmental Studies, Vol 26, (4). (2017).

Atason, M. «Assessing the impacts of land use/ land-cover change on the development of urban heat island effects», environment

عمان: دراسة تطبيقية باستخدام التقنيات الفضائية والمعلومات الجيومكانية». رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، مؤتة. (٢٠١٨م).

مهران، وائل. «ديناميات الجزيرة الحرارية لمدينة سوهاج استجابة لتغير الغطاءات الأرضية خلال الفترة (١٩٩٠ - ٢٠٢١م) باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية»، مجلة كلية الآداب في جامعة أسيوط. ٢٥، (٨١). (٢٠٢١م).

منصور، كامل، وعفت، هالة، والسري، مجدي. «دراسة العلاقة بين التغيرات العمرانية ونشأة الجزر الحرارية بمدينة طنطا باستخدام الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية»، مجلة البحث العلمي في الآداب، ٤، (١٧). (٢٠١٦م).

المركز الوطني للأرصاد، تقرير شهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمحطات الرصد الجوي لعام ٢٠٢٢م، تاريخ الاستفادة: ٢٩ - ١٠ - ٢٠٢٤م.

المركز الوطني للأرصاد، تقرير شهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمحطات الرصد الجوي لعام ٢٠١٣م، تاريخ الاستفادة: ٢٩ - ١٠ - ٢٠٢٤م.

المركز الوطني للأرصاد، تقرير شهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمحطات

- surface temperature in the Yangon Urban Area, Myanmar», *Korean Journal of Remote Sensing*, Vol 32, (1). (2016).
- Zhang, Y., Sun, L.** «Spatial-temporal impacts of urban land use land cover on land surface temperature: Case studies of two Canadian urban areas», *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol 75, (22). (2019).
- development and sustainability, Vol 22, (8). (2019).
- Dewan, A., & Corner, R.** «Impact of Land Use and Land Cover Changes on Urban Land Surface Temperature, Dhaka Megacity: Geospatial Perspectives on urbanization», *Environment and Health*, (2014).
- Gohain, K., Mohammad, P., Goswami, A.** «Assessing the impact of land use land cover changes on land surface temperature over Pune city, India», *Quaternary International*, (2020).
- Igun, E., & Williams, M.** «Impact of urban land cover change on land surface temperature», *Global Journal of Environmental Science and Management*, Vol 4, (1). (2018).
- Ning, J., Gao, Z., & Zhang, Z., Li, Z.** «Influence of land use/cover change on land surface temperature of Laizhou Bay plain», *Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability IV*, Vol 6679. (2007)
- Rahman, M.** «Detection of Land Use/Land Cover Changes and Urban Sprawl in Al-Khobar, Saudi Arabia: An Analysis of Multi-Temporal Remote Sensing Data» *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol 5, (2). (2016).
- Salman, A., Al-Taybi, M., Hag- Elsafi, S., Zaidi, F., Al-duwarij, N.** «Spatiotemporal Assessment of Air Quality and Heat Island Effect Due to Industrial Activities and Urbanization in Southern Riyadh, Saudi Arabia», *Applied sciences*, Vol 11, (5). (2021).
- Sekertekin, A., & Bonafoni, S.** «Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 5, 7, and 8 over Rural Areas: Assessment of Different Retrieval Algorithms and Emissivity Models and Toolbox Implementation», *Remote Sens*, Vol 12, (23). (2020).
- Yee, K., Ahn, H., Shin, D., Choi, C.** «The impact of land use and land cover changes on land

The Impact of Urban Growth on Heat Island Changes in the City of Al-Khobar, Eastern Saudi Arabia From 2002 to 2022 Using Remote Sensing Images

Razan Abdulaziz Al moaqal

Sulafa Hag Elsafi

Master's Student

Associate Professor

Department of Geography, King Saud University, KSA

Razan.almuqal@gmail.com

shagelsafi@ksu.edu.sa

Received 25/7/2024; accepted for publication 4/12/2024

Abstract. The research focuses on knowing the relationship between urban growth and its impact on the surface temperature of the land, as rapid urban growth results in the emergence of several challenges. Therefore, the study aims to extract the area of urban growth and the surface temperature for the years 2002 - 2013 and 2022 in the city of Khobar and, after that, monitor the relationship between them. The study followed the spatial and quantitative analysis approach, relying on the Landsat 8-5 satellite images and the Sentinel-2. The methodology includes applying the Normalized Differences Built Index (NDBI), also applying the steps to extract the surface temperature of the land and then using the Pearson correlation coefficient to find the relationship between the area of urban expansion in square kilometers and the average surface temperature. The results showed that the built-up areas have been extended from 2002 to 2022 outside the city center, until the vacant lands in the southwestern part of the city receded. The average temperatures for the study years were extracted. It was found that the relationship between the area of urban expansion in square kilometers and the average temperature is a strong inverse relationship of 0.977 - which is a statistically significant value of 0.1, referring that urban expansion in some areas has a positive effect, as the larger the area of the urban regions, the lower the temperature.

Key words: urban growth, land surface temperature (LST), Normalized Differences Built-up Index (NDBI), Remote Sensing, Geographic Information Systems (GIS), Correlation coefficient, Al-Khobar city.